



DEUTSCHES  
PATENTAMT

21 Aktenzeichen: P 36 40 377.6  
22 Anmeldetag: 26. 11. 86  
43 Offenlegungstag: 9. 6. 88



DE 3640377 A1

71 Anmelder:

L. & C. Steinmüller GmbH, 5270 Gummersbach, DE

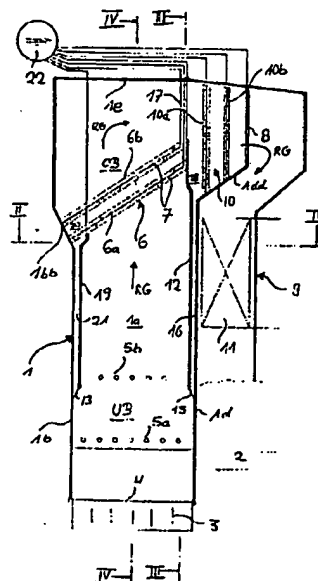
72 Erfinder:

Eickvonder, Wolfgang, 5223 Nümbrecht, DE;  
Paßmann, Norbert, 5305 Alfter, DE; Steven, Hubert;  
Thomas, Gerhard; Tummers, Peter, 5270  
Gummersbach, DE

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 Verfahren zur Verbrennung von kohlenstoffhaltigen Materialien in einem Wirbelschichtreaktor und Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens

Bei einem Verfahren zur Verbrennung von kohlenstoffhaltigen Materialien in einem Wirbelschichtreaktor mit einem unteren Bereich und einem oberen Bereich mit zirkulierender Wirbelschicht unter Abführung von Verbrennungswärme zumindest mittels Wandkühlflächen und mit einem Rezirkulationssystem einschließlich eines Labyrinthabscheiders zur Rezirkulation der abgeschiedenen Feststoffe in den unteren Bereich des Wirbelschichtreaktors, werden im Rezirkulationssystem die Feststoffe üblicher Weise aus dem Wirbelschichtreaktor herausgeführt, wozu außenliegende Abscheidekanäle und Regeleinrichtungen erforderlich sind. Es ist vorgesehen, daß die Feststoffe durch den direkt im oberen Bereich des Wirbelschichtreaktors angeordneten Labyrinthabscheider aus dem aufsteigenden Rauchgasstrom abgeschieden und im Wirbelschichtreaktor selbst längs der Wandkühlflächen dem unteren Bereich des Reaktors zugeführt werden. Hauptanwendungsgebiet ist eine Vorrichtung zur Dampferzeugung.



DE 3640377 A1

## Patentansprüche

1. Verfahren zur Verbrennung von kohlenstoffhaltigen Materialien in einem Wirbelschichtreaktor mit einem unteren Bereich und einem oberen Bereich mit zirkulierender Wirbelschicht unter Abführung von Verbrennungswärme zumindest mittels Wandkühlflächen und mit einem Rezirkulationssystem einschließlich eines Labyrinthabscheiders zur Rezirkulation der abgeschiedenen Feststoffe in den unteren Bereich des Wirbelschichtreaktors, dadurch gekennzeichnet, daß die Feststoffe durch den direkt im oberen Bereich des Wirbelschichtreaktors angeordneten Labyrinthabscheider aus dem aufsteigenden Rauchgasstrom abgeschieden und im Wirbelschichtreaktor selbst längs der Wandkühlflächen dem unteren Bereich des Reaktors zugeführt werden.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Rückführung der abgeschiedenen Feststoffe über im Reaktor ausgebildete Rückführkanäle erfolgt, deren außenliegende Wandung von den Wandkühlflächen gebildet wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Rückführkanäle sich im unteren Bereich im Einwirkungsbereich der Sekundärluftzufuhr öffnen.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Labyrinthabscheider gekühlt wird.

5. Vorrichtung zur Verbrennung von kohlenstoffhaltigen Materialien in einem Wirbelschichtreaktor mit einem unteren Bereich und einem oberen Bereich, mindestens mit Wandkühlflächen und mit einem Rezirkulationssystem einschließlich mindestens eines Labyrinthabscheiders zur Rezirkulation von abgeschiedenen Feststoffen in den unteren Bereich des Reaktors, mit Brennstoffzufuhr, Fluidisierungsluftzufuhr und vorzugsweise gestufter Sekundärluftzufuhr im unteren Bereich und mindestens einem dem mindestens einen Labyrinthabscheider nachgeschalteten Staubabscheider, insbesondere zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Labyrinthabscheider (6) direkt im oberen Bereich (OB) des Wirbelschichtreaktors (1) angeordnet ist, der die abgeschiedenen Feststoffe auf mindestens eine Wandkühlfläche (1b) führt, an der die Feststoffe nach unten fließen.

6. Vorrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß an der Wandkühlfläche (1b) eine Vielzahl von sich von oben nach unten erstreckenden Rückführungskanäle (21) vorgesehen sind, deren außenliegende Wand von der Wandkühlfläche (1b) gebildet ist.

7. Vorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß auch die anderen Wände (9a, 9b, 9c) der Rückführkanäle (21) gekühlt sind.

8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 5 bis 7 mit einem aus versetzt angeordneten Balken von im wesentlichen U-förmigem Querschnitt bestehenden Labyrinthabscheider, dessen Balken sich entgegen der Rauchgasströmung öffnen, dadurch gekennzeichnet, daß an mindestens einem freien Schenkel der Abscheidebalken (6a, 6b) eine Feststoffleitrinne (23) von im wesentlichen U-förmigem Querschnitt ausgebildet ist, die sich in Richtung der Rauchgasströmung öffnet.

9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 5 bis 7 mit einem aus versetzt angeordneten Balken von im wesentlichen U-förmigem Querschnitt bestehenden Labyrinthabscheider, dessen Balken sich entgegen der Rauchgasströmung öffnen oder nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Abscheidebalken (7) einen runden Querschnitt (Fig. 6) oder einen Querschnitt (Fig. 5) in Form eines Polygonalzuges aufweisen.

10. Vorrichtung nach Anspruch 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Abscheidebalken (7) aus mit einem Kühlmittel beaufschlagten Rohren (7a) in einer Rohr(7a)-Steg(7b)-Rohr(7a)-Konstruktion aufgebaut sind.

11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 5 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Abscheidebalken (7) und/oder die zusätzlichen Begrenzungsflächen der Rückführkanäle (16; 21) in den Wasser-Dampf-Kreislauf eines Dampferzeugers eingeschaltet sind.

12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 5 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Rückführkanäle von der Wandkühlfläche (1b; 1d) und einer im Abstand von dieser angeordneten Rückführkanalkühlfläche (12; 19) und sich senkrecht zwischen den beiden Kühlflächen erstreckenden Bleche (15; 15') ausgebildet sind, wobei die Rohrteilung der Wandkühlfläche kleiner ist als die der Rückführkanalkühlfläche.

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft zunächst ein Verfahren der im Oberbegriff des Anspruches 1 genannten Art.

Aus der WO 83/03 294 ist ein Dampferzeuger mit zirkulierender Wirbelschicht bekannt, bei dem der Brennstoff in einen einbautenfreien und mit Wandkühlflächen versehenen Wirbelschichtreaktor eingeführt wird. Das feststoffbeladene Rauchgas verläßt unter Umlenkung um 90° den Wirbelschichtreaktor an dessen oberem Ende und tritt über einen horizontal angeordneten Rauchgaskanal in einen fallenden Rauchgaszug ein. Unter erneuter Umlenkung um im wesentlichen 90° tritt dann das Rauchgas in einen aufsteigenden Rauchgaszug ein, in dem konvektive Heizflächen angeordnet sind.

In dem Verbindungskanal und in dem fallenden Rauchgaszug ist jeweils ein nicht zentrifugaler mechanischer Abscheider in Form eines Labyrinthabscheiders angeordnet, wobei sich die Abscheideelemente im Verbindungskanal im wesentlichen vertikal erstrecken und das von ihnen abgeschiedene Feststoffmaterial in einen zwischen dem Wirbelschichtreaktor und dem fallenden Zug angeordneten Speicherkammer abführen. Die Abscheideelemente im fallenden Rauchgaszug sind schräg zur Speicherkammer hin fallend angeordnet, so daß die von ihnen abgeschiedenen Feststoffe ebenfalls der Speicherkammer zugeführt werden können. Das untere Ende der Speicherkammer ist über mehrere sogenannte L-Ventile mit dem unteren Bereich des Wirbelschichtreaktors verbunden, so daß die in die Speicherkammer abgeschiedenen Feststoffe unter Zuhilfenahme einer dem L-Ventil zugeordneten Fluidisierereinrichtung in den unteren Bereich des Wirbelschichtreaktors oberhalb des Düsenbodens des Wirbelschichtreaktors geregelt zurückgeführt werden können. In der WO 83/03 294 wie auch in der vorliegenden Beschreibung und den Ansprüchen wird unter einem Labyrinthabscheider ein solcher Abscheider verstanden, bei dem die Abscheidung infolge von Schwerkraft und/oder Impuls erfolgt, d.h. nicht

mit Hilfe der Zentrifugalkraft. Bei dem bekannten Dampferzeuger werden versetzt angeordnete Kanäle oder Gerinne verwendet, die sich im wesentlichen quer zur Rauchgasströmung erstrecken und sich zu dieser hin im wesentlichen U-förmig öffnen.

Der Nachteil des bekannten Dampferzeugers ist darin zu sehen, daß für die Rezirkulation der außerhalb des Wirbelschichtreaktors liegende Speicherraum mit einem oder mehreren nachgeschalteten L-Ventilen erforderlich ist, d.h. es sind separate Aschewege mit entsprechenden Förder- und Regleinrichtungen erforderlich.

Es ist daher die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Verfahren anzugeben, bei dem ein Herausführen der Feststoffe aus dem Wirbelschichtreaktor nicht mehr erforderlich ist.

Diese Aufgabe wird dadurch gelöst, daß die Feststoffe durch den direkt im oberen Bereich des Wirbelschichtreaktors angeordneten Labyrinthabscheider aus dem aufsteigenden Rauchgasstrom abgeschieden und im Wirbelschichtreaktor selbst längs der Wandkühlflächen dem unteren Bereich des Reaktors zugeführt werden.

Auf diese Weise wird eine einfache Rezirkulation der Feststoffe in der Feuerung erreicht.

Die Rückführung der abgeschiedenen Feststoffe auf den Wandkühlflächen kann ohne weiteren Schutz gegen die aufsteigenden Rauchgase erfolgen; es wird jedoch bevorzugt, daß die Rückführung der abgeschiedenen Feststoffe über im Reaktor ausgebildete Rückführkanäle erfolgt, deren außenliegende Wandung von den Wandkühlflächen gebildet wird.

Dabei ist es wiederum zweckmäßig, daß die Rückführkanäle sich im unteren Bereich im Einwirkungsbereich der Sekundärluftzufuhr öffnen, damit die eingetragenen Feststoffe sich mit dem übrigen Wirbelschichtmaterial gut vermischen, und ein entsprechender Temperaturengleich auftritt, da die über die Wand zurückgeführten Feststoffe zuvor in entsprechender Weise abgekühlt worden sind.

Während bei dem Dampferzeuger gemäß der WO 83/03 294 die Elemente des Labyrinthabscheiders nicht gekühlt sind und somit an einem Ende nicht fest mit der Wandung des Wirbelschichtreaktors aus Wärmeausdehnungsgründen fest verbunden werden können, ist bei der vorliegenden Erfindung vorzugsweise vorgesehen, daß der Labyrinthabscheider gekühlt wird.

Die Erfindung richtet sich auch auf eine Vorrichtung zur Verbrennung von kohlenstoffhaltigen Materialien mit einem Wirbelschichtreaktor mit einem unteren Bereich und einem oberen Bereich, mindestens mit Wandkühlflächen und mit einem Rezirkulationssystem einschließlich mindestens eines Labyrinthabscheiders zur Rezirkulation von abgeschiedenen Feststoffen in den unteren Bereich des Reaktors, mit Brennstoffzufuhr, Fluidisierungsluftzufuhr und vorzugsweise gestufter Sekundärluftzufuhr im unteren Bereich und mindestens einem dem mindestens einen Labyrinthabscheider nachgeschalteten Staubabscheider.

Bei dieser Vorrichtung ist erfindungsgemäß vorgesehen, daß der Labyrinthabscheider direkt im oberen Bereich des Wirbelschichtreaktors angeordnet ist, der die abgeschiedenen Feststoffe auf mindestens eine Wandkühlfläche führt, an der die Feststoffe nach unten fließen.

Um eine Beeinflussung der nach unten auf der Wandkühlfläche abfließenden Feststoffe durch den aufsteigenden Rauchgasstrom zu vermeiden, ist vorzugsweise an der Wandkühlfläche eine Vielzahl von sich von oben

nach unten erstreckenden Rückführkanäle vorgesehen, deren außenliegende Wand von der Wandkühlfläche gebildet ist.

Dabei wird wiederum bevorzugt, daß auch die anderen Wände der Rückführkanäle gekühlt sind.

Ausgehend von der aus der WO 83/03 294 bekannten Vorrichtung mit einem aus versetzt angeordneten Balken von im wesentlichen U-förmigem Querschnitt bestehenden Labyrinthabscheider, dessen Balken sich entgegen der Rauchgasströmung öffnen.

Um das Transportverhalten dieser Abscheidebalken zu verbessern, ist erfindungsgemäß vorgesehen, daß an mindestens einem freien Schenkel der Abscheidebalken eine Feststoffleitrinne von im wesentlichen U-förmigem Querschnitt ausgebildet ist, die sich in Richtung der Rauchgasströmung öffnet.

Weiterhin ist ausgehend von der bekannten Vorrichtung vorgesehen, daß die Abscheidebalken einen runden Querschnitt oder einen Querschnitt in Form eines Polygonalzuges aufweisen.

Auch kann es zweckmäßig sein, die Abscheidebalken aus mit einem Kühlmittel beaufschlagten Rohren in einer Rohr-Steg-Rohr-Konstruktion aufzubauen. Die Rohr-Steg-Rohr-Konstruktion kann zum verbesserten Wärme- und Verschleißschutz bestiftet und bestampft sein. Auch ist es möglich, die Abscheidebalken aus Guß herzustellen.

Die Abscheidebalken können sich — wie bei der WO 83/03 294 — im wesentlichen quer zur Rauchgasströmung oder geneigt zur Rauchgasströmung von einer Wand zur anderen erstrecken. Es ist jedoch auch möglich, daß sich die Balken dachartig zwischen zwei gegenüberliegenden Wandkühlflächen erstrecken.

Zur Kühlung der Abscheidebalken und/oder der zusätzlichen Begrenzungsflächen der Rückführkanäle können diese in den Wasser-Dampf-Kreislauf eines Dampferzeugers eingeschaltet sein, wenn die Vorrichtung als Dampferzeuger betrieben wird.

Im Falle der Rückführkanäle ist es zweckmäßig, daß diese von der Wandkühlfläche und einer im Abstand von dieser angeordneten Rückführkanalkühlfläche und sich senkrecht zwischen den beiden Kühlflächen erstreckenden Bleche ausgebildet sind, wobei die Rohrteilung der Wandkühlfläche kleiner ist als die der Rückführkanalkühlfläche, da die die Rohre der Rückführkanalkühlfläche im wesentlichen nur der Kühlung der Wände dient, und die Hauptwärme über die Wandheizflächen abgeführt wird.

Die Erfindung soll nun in verschiedenen Ausführungsformen anhand der beigefügten Figuren näher erläutert werden. Es zeigen:

Fig. 1 einen schematischen Längsschnitt durch einen Wirbelschichtreaktor längs der Linie I-I in Fig. 2,

Fig. 2 einen Horizontalschnitt längs der Linie II-II in Fig. 1,

Fig. 3 einen Teillängsschnitt durch den Wirbelschichtreaktor gemäß Fig. 1 in Blickrichtung der Pfeile III-III,

Fig. 4 einen Längsschnitt durch den Wirbelschichtreaktor durch Fig. 1 in Blickrichtung der Pfeile IV-IV,

Fig. 5 und 6 Querschnitte durch bevorzugte Ausführungsformen von Abscheidebalken und

Fig. 7 einen Längsschnitt vergleichbar Fig. 1, wobei keine gesonderten Rückführkanäle auf der Innenseite der Wandkühlflächen vorgesehen sind.

Wie aus den Fig. 1 bis 4 ersichtlich ist, weist der Wirbelschichtreaktor (1) von rechteckigem Querschnitt vier Wandkühlflächen (1a–1d) auf, die in Rohr-Steg-Rohr-Konstruktion ausgeführt sind.

Im unteren Bereich (UB) des Wirbelschichtreaktors erfolgt die Zugabe von Brennstoff (2) oberhalb eines mit einem Fluidisierungsgas (3) beaufschlagten Düsenbodens (4), und oberhalb der Brennstoffzugabe (2) erfolgt die gestufte Zugabe von Sekundärluft (5a) und (5b), wobei ausgehend von dem Düsenboden (4) bis zur Sekundärluftzugabe (5a) eine aus der Fig. 4 ersichtliche Querschnittserweiterung vorgesehen ist.

Im oberen Bereich (OB) ist ein Labyrinthabscheider (6) in zwei versetzt angeordneten Lagen (6a) und (6b) von Abscheidebalken (7) angeordnet. Wie aus der Fig. 1 ersichtlich ist, erstrecken sich die Balken (7) schräg nach unten zur Wand (1b), die in dem Verbindungsbereich mit den Abscheidebalken (7) die aus der Fig. 1 ersichtliche Aufweitung (1bb) aufweist. Die Balken sind fest mit den Wänden verbunden.

Wie aus den Fig. 3 und 4 ersichtlich ist, erstreckt sich die Wand (1d) nicht bis zur Decke (1e) des Wirbelschichtreaktors, sondern läßt unter Abwinklung (1dd) nach außen einen Gasdurchtritt (8) in einen dem Wirbelschichtreaktor (1) nachgeschalteten fallenden Rauchgaszug (9) frei. Im Übergangsbereich zwischen Wirbelschichtreaktor (1) und Rauchgaszug (9) ist ein weiterer Labyrinthabscheider (10) mit zwei Lagen (10a) und (10b) von Abscheidebalken (7) vorgesehen. Die Balken erstrecken sich im wesentlichen vertikal.

Wie aus der Fig. 2 ersichtlich ist, ist der Rauchgaszug (9) durch die Wandkühlfläche (1d) und weitere Wandkühlflächen (9a, 9c) begrenzt. In dem Rauchgaszug ist mindestens eine Berührungsheizfläche (11), z.B. ein Überhitzer angeordnet. Dem Rauchgaszug ist in nicht dargestellter Weise ein Staubabscheider nachgeschaltet.

Wie aus den Fig. 1, 2 und 3 ersichtlich ist, erstreckt sich mit Abstand von der Wandkühlfläche (1d) eine Rückführkanalkühlfläche (12) in Rohr-Steg-Rohr-Konstruktion, die eine größere Teilung als die Wandkühlfläche (1d) aufweist. Die Rohre (13) der Rückführkanalkühlfläche (12) sind mit Rohren (14) der Wandkühlfläche (1d) verbunden. Durch sich zwischen den Kühlflächen (1d) und (12) erstreckende Bleche (15) werden einzelne Rückführkanäle (16) bestimmt.

Die Rückführkanäle (16) sind an ihrem unteren Ende offen, und die Wand (12) ist im Bereich des abgewinkelten Abschnittes (1dd) der Wandfläche (1d) so weit nach oben geführt, daß sie einerseits die Enden der Abscheidebalken (7) des Labyrinthabscheiders (6) trägt und andererseits einen Gasaustritt (17) aus dem Wirbelschichtreaktor in den Übergangsbereich und somit zum Gasaustritt (8) hin zuläßt. Zwischen der Wand (12) und dem Abschnitt (1dd) kommt es gleichzeitig zur Ausbildung eines Sammel- und Verteilungstrichters (18), aus dem die Rückführkanäle (16) den abgeschiedenen Feststoff dem unteren Bereich (UB) im Bereich der Sekundärluftzufuhr (5a) bzw. (5b) zuführen.

In vergleichbarer Weise ist der Wandkühlfläche (1b) eine Rückführkanalkühlfläche (19) zugeordnet, die zusammen mit dem nach außen abgewinkelten Bereich (1bb) einen Sammel- und Verteilungstrichter (20) und unter Zwischenschaltung von Blechen (15) Rückführkanäle (21) bestimmt.

Wie aus den Fig. 4, 5 und 6 ersichtlich ist, sind die Abscheidebalken (7) ebenfalls in Rohr(7a)-Steg(7b)-Rohr(7a)-Konstruktion ausgeführt. Die Wandkühlflächen des Reaktors (1), des Rauchgaszuges (9), die Abscheider (7) und die Rückführkanalkühlflächen (12) und (19) sind in einen Wasser-Dampf-Kreislauf eingebunden, wie dies in der Fig. 1 schema-

tisch und unter Darstellung einer Trommel (22) und den entsprechenden Leitungsführungen dargestellt ist. Die zur Trommel führenden Leitungen erstrecken sich somit durch die Öffnungen (17) und (8) und durch den erweiterten Bereich im linken oberen Teil des Wirbelschichtreaktors (1) gemäß Fig. 1. Ihre Zahl kann der Anzahl der Rohre entsprechen oder nach Zusammenführung einzelner Rohre geringer sein. Die querangeströmten Leitungsabschnitte können zusätzlich geschützt sein.

Wie weiterhin aus den Fig. 4, 5 und 6 ersichtlich ist, weisen die Balkenabscheider (7) einen im wesentlichen U-förmigen Querschnitt auf und öffnen sich entgegen der Rauchgasströmung (26). An mindestens einem freien Schenkel ist eine U-förmige Feststoffführungsrinne (23) vorgesehen, die sich entgegen der Rauchgasströmung öffnet und so zu einem verbesserten Abführen der von dem Abscheidebalken (7) aufgefangenen Feststoffe in die Trichter (18) bzw. (20) führt.

Während bei der Ausführungsform gemäß Fig. 1 die Rückführung der abgeschiedenen Feststoffe im Schutze der Führungskanäle (16) bzw. (21) erfolgt, sind solche Rückführkanäle bei der Ausführungsform gemäß Fig. 7 nicht vorgesehen, sondern die abgeschiedenen Feststoffe fließen frei an den Wänden herunter.

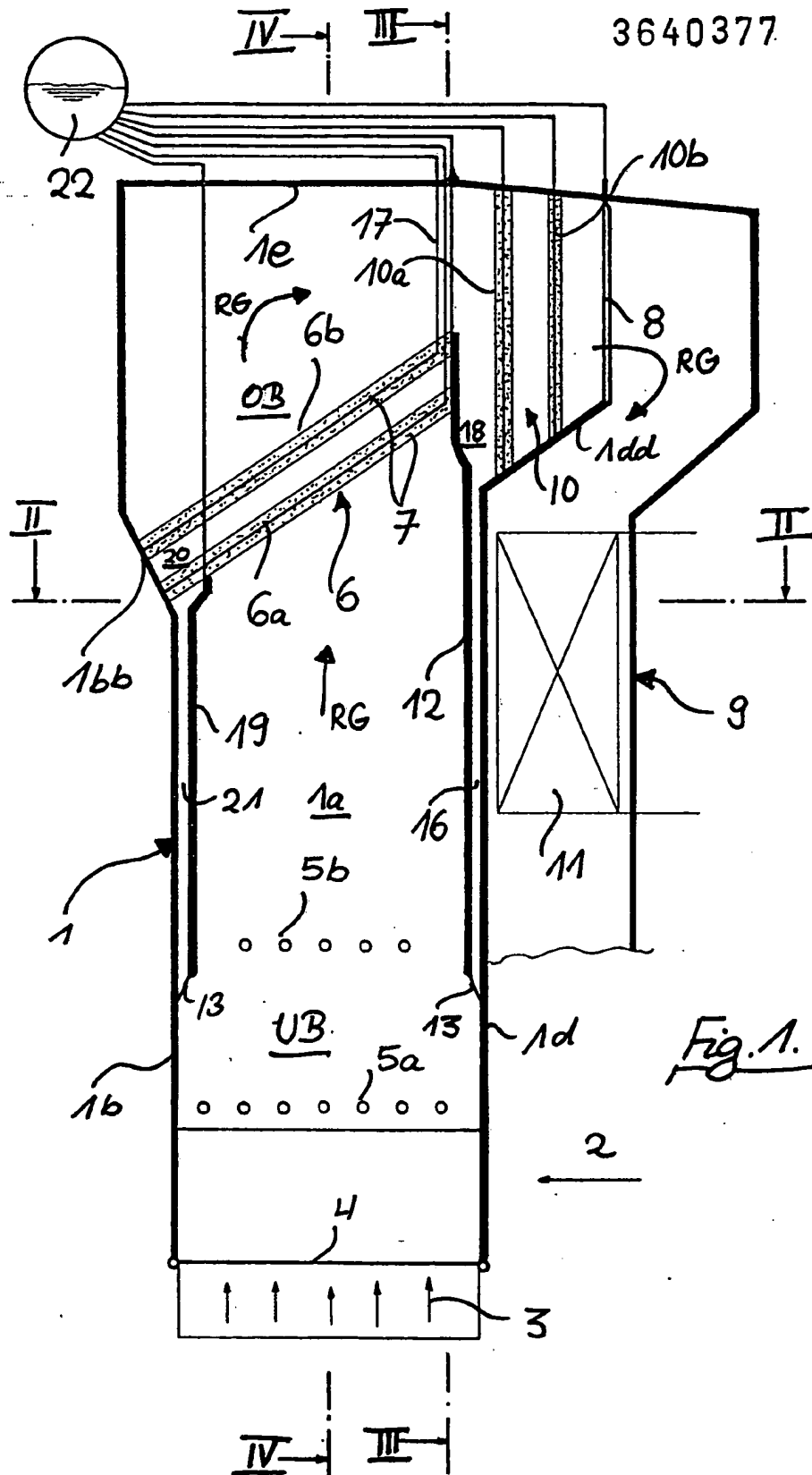
Weiterhin weist der erste Abscheider (6) dachartig ausgebildete Abscheidebalken (7') auf und führt somit Feststoff nicht nur einer Wand sondern zwei gegenüber liegenden Wänden (1b, 1d) zu.

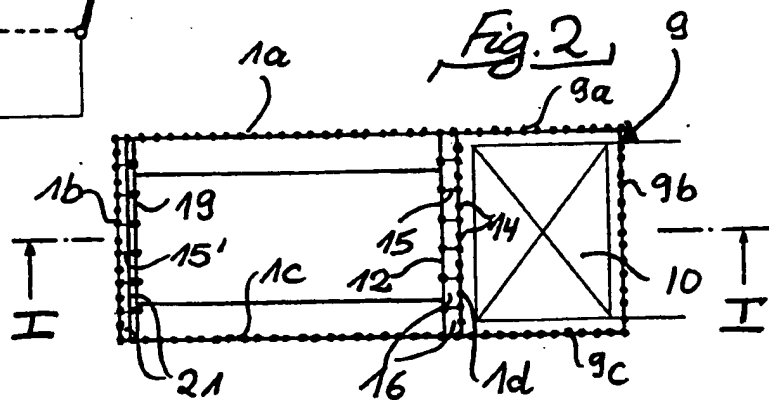
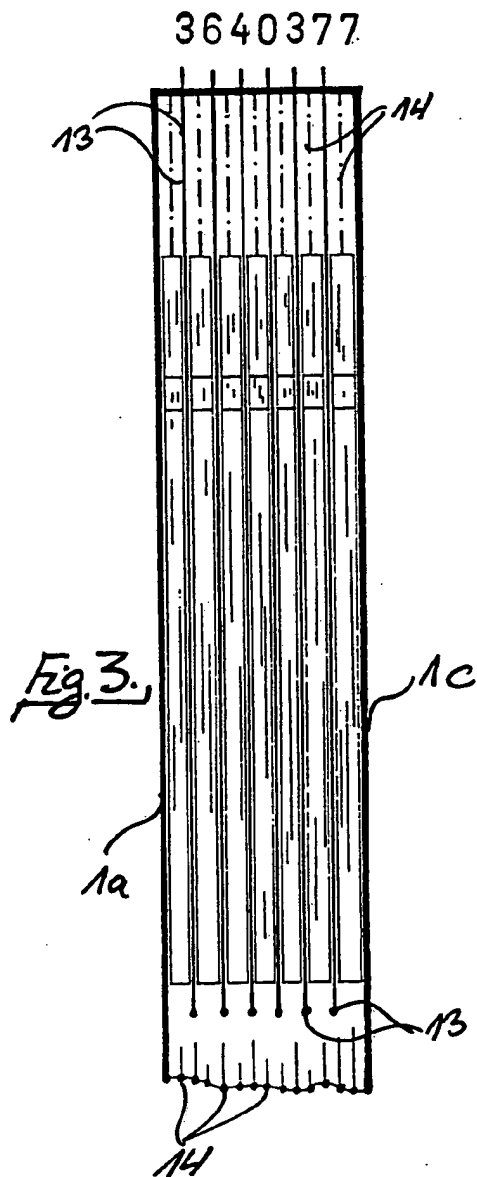
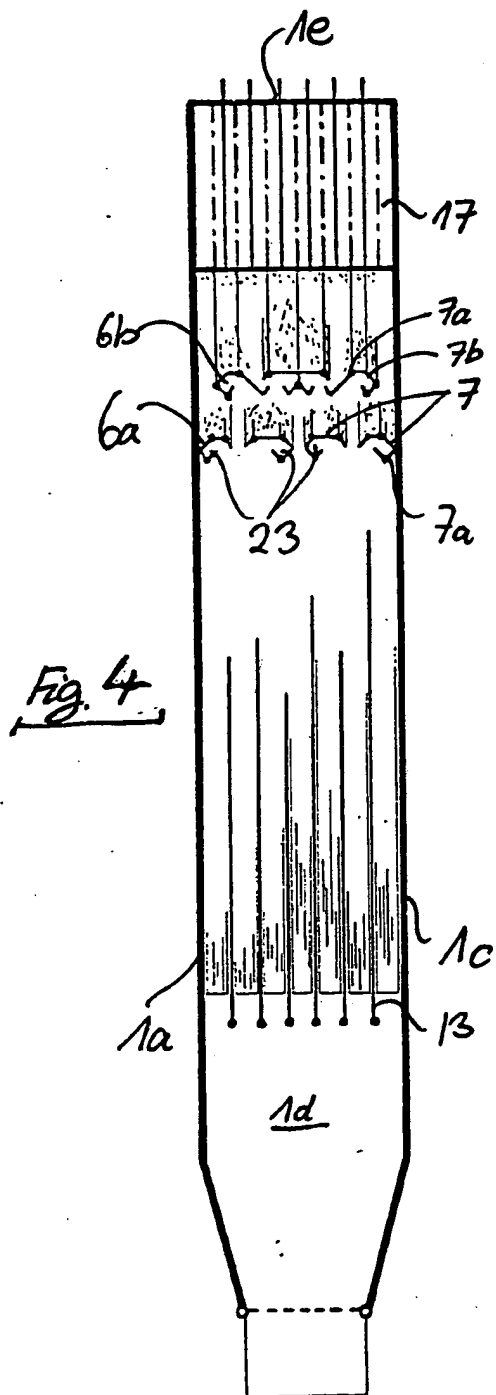
Es ist selbstverständlich, daß auch bei der Verwendung von Rückführkanälen der erste Abscheider (6) so gestaltet sein kann, daß er zwei gegenüber liegenden Wänden Feststoffe zuführt.

- Leerseite -

Nummer:  
 Int. Cl.<sup>4</sup>:  
 Anmeldetag:  
 Offenlegungstag:

36 40 377  
 F 23 C 11/02  
 26. November 1986  
 9. Juni 1988





3640377

